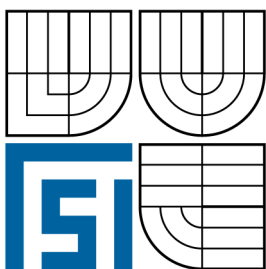


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV METROLOGIE A ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF METROLOGY AND QUALITY ASSURANCE TESTING

ANALÝZA VÝKONNOSTI VSTUPNÍ KONTROLY INPUT CONTROL PERFORMANCE ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. EVA KLEČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALOIS FIALA, CSc

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav metrologie a zkušebnictví

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Studentka: Bc. Eva Klečková

kteřá studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Metrologie a řízení jakosti (3911T032)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýzy výkonnosti vstupní kontroly

v anglickém jazyce:

Input control performance analysis

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Definování cílů práce
2. Analýzy problému a literární rešerše.
3. Návrh řešení
4. Ověření návrhu.
5. Diskuse výsledků.
6. Závěry a doporučení.

Cíle diplomové práce:

Analyzovat současný stav

Posoudit stav managementu s ohledem na kritéria ISO 9001

Navrhnout vhodná opatření

Seznam literatury:

ČSN EN ISO 9001:2001 Systémy managementu jakosti – požadavky

VDA 2 Zabezpečení kvality dodávek. 4. vydání. ČSJ, Praha, 2005

ČSN ISO 2859-1 Statistické přejímky srovnáváním – Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 20.11.2008

L.S.

doc. Ing. Leoš Bumbálek, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

BRNO 2009

Anotace

Eva Klečková

Analýza výkonnosti vstupní kontroly

Diplomová práce, Ústav metrologie a zkušebnictví, VUT FSI v Brně

Úkolem této diplomové práce je tvorba uceleného přehledu o kvalitě dodávaného materiálu, který má významný dopad na strukturu vstupní kontroly. K získání požadovaných informací byla využita reklamační databáze společnosti, jejíž vybraný obsah byl zpracován vhodnými nástroji statistické analýzy. Na základě zjištěných skutečností byla navržena alternativní řešení, jejichž aplikace povede ke zefektivnění procesu vstupní kontroly.

Klíčová slova: vstupní kontrola, úroveň kvality, neshodná jednotka, statistická přejímka

Annotation

Eva Klečková

Input control performance analysis

Diploma dissertation, Institute of Metrology and Quality Assurance Testing, VUT FME Brno

The purpose of this diploma dissertation is obtaining integrated summary of quality of supplied components, which has significant influence on structure of input control. To find required information were used the company's complaints database and it's selected data were processed by efficient tools of statistical analysis. To make the input control more efficient were found alternative solution on the base of recognized facto.

Key word: input control, quality level, nonconforming unit, sampling procedure

KLEČKOVÁ, E. *Analýza výkonnosti vstupní kontroly*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 104 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byla seznámena s předpisy pro vypracování diplomové práce a v souladu s nimi jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně. Při zpracování diplomové práce jsem respektovala ustanovení příslušných předpisů a jsem si vědoma toho, že v případě jejich nedodržení nebude moje diplomová práce vedoucím přijata.

V Brně dne

.....
podpis

Za odborné vedení, podporu a podnětné připomínky při zpracování diplomové práce tímto děkuji vedoucímu práce panu doc. Ing. Aloisi Fialovi, CSc., a všem zaměstnancům společnosti Danaher Motion, s.r.o. za vstřícný přístup a praktické rady při řešení dané problematiky, především pak panu Romanu Konečnému, jehož spolupráce byla v mnohém zásadní.

OBSAH

ÚVOD	9
1 O SPOLEČNOSTI	10
1.1 HISTORIE	10
1.2 REÁLIE	10
1.3 VYSVĚTLIVKY	11
2 KONCEPCE VSTUPNÍ KONTROLY	12
2.1 ZRUŠENÍ VSTUPNÍ KONTROLY	12
2.2 ZACHOVÁNÍ VSTUPNÍ KONTROLY	12
2.2.1 Statistická přejímka	12
3 ROZBOR	14
3.2 ÚROVEŇ 1 – ANALÝZA STAVU JEDNOTLIVÝCH LINEK	14
3.1.1 Nástroje analýzy	14
3.1.2 AKM	15
3.1.3 EVS	17
3.1.4 SERVO	19
3.1.5 Souhrn	20
3.2 ÚROVEŇ 2 – ANALÝZA STAVU KVALITY JEDNOTLIVÝCH DODAVATELŮ	21
3.2.1 Nástroje analýzy	21
3.2.2 Identifikace kontrolovaných položek	23
3.2.3 Definování úrovně dávek	27
3.2.4 Stabilita dávek	31
3.2.5 Chi-square test	35
4 REALIZACE VSTUPNÍ KONTROLY	37
4.1 KONTROLNÍ PLÁN 1: OMEZENÁ KONTROLA	37
4.1.1 Kontrolní plán omezení kontroly	37
4.2 KONTROLNÍ PLÁN 2 – STATISTICKÁ PŘEJÍMKA	38
4.2.1 Kontrolní plány jednotlivých linek	38
4.2.2 Požadavky na řízení	41
4.2.3 Volba AQL	41
4.2.4 Pravidla statistické přejímky	41
4.3 KONTROLNÍ PLÁN 3: DOČASNÁ KONTROLA	46
4.4 VELIKOST VÝBĚRU KE KONTROLE	47
ZÁVĚR	49
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:	51
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:	53
PŘEHLED POUŽÍVANÝCH SYMBOLŮ/VELIČIN	54
SEZNAM PŘÍLOH	55

ÚVOD

Vstupní kontrola je v mnoha případech stejně samozřejmou součástí výroby, jako samotné dávky materiálu. Se sílícím tlakem na zefektivňování a zeštíhlování výroby jsou ale stále výrazněji vnímány její nevýhody než přínosy. V opodstatněných případech je uplatňování vstupní kontroly zcela nezbytné, na druhou stranu ale může být často jen důsledkem setrvačnosti, či nevhodného systému řízení dodavatelů. Vstupní kontrola je v první řadě obranný nástroj pro zajištění odpovídající kvality materiálu na montážní lince, který ale sám o sobě kvalitu materiálu nijak neovlivňuje. Jde tedy především o důsledek zanedbání skutečně funkčních mechanismů zajišťování kvality dávek, jako jsou výběr dodavatele a soustavná spolupráce s dodavatelem na odstraňování neshod. Jakmile hrozí z důvodu vysoké nekvality dávek ohrožení kvality výstupního produktu, nezbyvá než k aplikaci vstupní kontroly přistoupit, nicméně i v těchto situacích musí být opatření pouze dočasné, a odpovědný personál je povinen učinit veškeré kroky vedoucí k jeho opětovnému odvolání. Důvodem je jednoznačná odpovědnost dodavatele za kvalitu svých výstupů, kterou na sebe vedením vstupní kontroly zcela nelogicky přebírá zákazník. Dlužno říci, že nelogicky nemusí vždy znamenat neoprávněně. Pokud byl ze strany zákazníka zanedbán výběr dodavatele a nebyly učiněny ani žádné dodatečné kroky k nápravě, je naprosto nereálné ze strany dodavatele očekávat jakoukoli odezvu. Doporučení je tedy jednoduché: propracovaný proces výběru dodavatele, předem jasné definované závazky, povinnosti, postupy, a aktivní spolupráce s dodavatelem na řešení problémů ušetří čas i peníze, které vstupní kontrola vyžaduje.

1 O SPOLEČNOSTI

1.1 Historie

Společnost Danaher Motion, s.r.o. byla založena v roce 1992 pod původním názvem SMB (Servo Motory Brno). Součástí skupiny Danaher se stala roku 2001, a v roce 2004 se už pod novým názvem přestěhovala do současných výrobních prostor v CTParku v Brně Modřicích. [4]

1.2 Realie

Korporace Danaher vystupuje celosvětově pod obchodní značkou Danaher Motion (NYSE: DHR) a je řízena tzv. Danaher Business System, což je způsob řízení zaměřený na dosažení naprosté spokojenosti zákazníka a neustálého zlepšování. Brněnský podnik Danaher Motion, s.r.o. působí v oblasti elektromotorů pro použití v robotice i při průmyslových výrobních procesech. Převážná část z celkové produkce společnosti, která činí přes 300 000 motorů ročně, je určena na export. Danaher Motion, s.r.o. je držitelem certifikátu ISO 9001 a ISO 14 001. Stanovených cílů společnost dosahuje uplatňováním principu strategie Kaizen a nástrojů jako jsou six sigma, lean conversion process nebo 5S. Nákup materiálu je již delší dobu provozován systémem KANBAN. [3]

Výrobní závod v Brně Modřicích produkuje 3 základní typy motorů s množstvím modifikací podle přání zákazníka. Z větší části se jedná o montáž nakupovaných položek, která probíhá na 3 oddělených linkách: AKM, EVS a SERVO. Každé lince přísluší inženýr kvality, odpovědný za dosahování a udržování požadované úrovně kvality finálního výrobku. Ústřední roli v zabezpečení této úrovně hraje především kvalita dodávaného materiálu, která byla v rámci zajištění zpětné vazby podrobena souhrnné analýze, jejímž cílem je poskytnout fakticky podložené návrhy k zefektivnění vstupní kontroly.

Teoretická část práce uvádí, s ohledem na profil společnosti a charakter nakupovaného materiálu, přijatelné formáty vstupní kontroly, jejichž použití předpokládá zvýšení efektivity tohoto procesu. Praktická část pak byla zaměřena na získání dostatečného množství informací potřebného ke kompetentní volbě mezi navrženými formáty kontroly. V rámci zadání byla kvalita dodávaného materiálu posuzována z hlediska redukce vstupní kontroly a z hlediska aktualizace kontrolních plánů. Informační platformou obou analýz se staly soubory 4 grafů, které byly vytvořeny pro každý reklamovaný díl, a které poskytly základní odpovědi týkající se kvality dodávaného materiálu. Otázka redukce vstupní kontroly zkoumala prioritně možnost jejího zrušení, eventuálně pak aplikaci statistické přejímky. „Redukční“ analýza byla proto více zaměřena na kvantitativní charakter reklamací, především na podíly neshodných

množství vzhledem k celým dávkám. Aktualizace kontrolních plánů vyžadovala vedle „kolik?“ zjistit také „co?“, tedy jaké neshody se vyskytují. K účinnému předcházení neshod byly nakonec dávky dodavatelů totožného dílu, v rámci jednotlivých linek, použitím χ^2 - testu podrobeny vzájemnému srovnání.

Za zdroj informací byla zvolena hlavička a první bod 8D reportu, který je při reklamacích materiálu používán. Veškeré rozbory a analýzy jsou tedy založeny na následujících konkrétních informacích:

- název dodavatele,
- datum vypracování 8D reportu,
- vadný díl,
- počet neshodných kusů,
- popis vady,
- místo zachycení vadného kusu.

Data pokrývají období od 1.1.2007 do 30.4.2008.

Po předchozí domluvě s vedením společnosti byly z analýzy vyřazeny díly jako jsou kabely, dráty, bužírky a podobně.

1.3 Vysvětlivky

- Ostatní - souhrnné označení pro neviditelné neshody nebo případy, kdy není známo, jaká neshoda byla předmětem reklamace.
- Neviditelná reklamace – reklamace neshody, která z technických důvodů není v současnosti na vstupní kontrole odhalitelná (např. neshodná indukce, nefunkční brzda...)
- Výskyt více neshod na jednom výrobku – pro ojedinělost tohoto jevu byla brána v úvahu pouze viditelná neshoda, případně závažnější z viditelných neshod.

2 KONCEPCE VSTUPNÍ KONTROLY

2.1 Zrušení vstupní kontroly

Zrušení vstupní kontroly je vedením společnosti vnímáno jako funkční krok k zefektivnění výroby. Realizace takového opatření předpokládá nejen odpovídající úroveň kvality dodávaného materiálu, ale zároveň jasně definované požadavky a závazky obou stran. Vztah mezi Danaher Motion, s.r.o. a jejími dodavateli v současnosti není upraven písemnou smlouvou, a objednávky jsou založeny na výkresech a přesně definovaném materiálu. Z hlediska možnosti zrušení vstupní kontroly bylo toto řešení vnímáno spíše jako problematické, protože dodavateli je možné reklamovat pouze odchylky od zmíněného výkresu nebo materiálu, a v případě nedodržení některého z dalších významných faktorů (množství, termín dodání,...) nemá organizace prostředky k jejich kompenzaci. Okamžité zrušení vstupní kontroly by tak bylo možné pouze při prokázání vysoké úrovně kvality dodávek, a to u všech dodavatelů. V případě, že menší část dodavatelů nebude dosahovat požadované úrovně, je vhodné pro vymezenou skupinu dočasně vstupní kontrolu zachovat. Významným prvkem takového opatření je zvýšená pozornost a intenzivnější spolupráce s příslušnými dodavateli, zaměřená na odstraňování zdrojů majoritních neshod, a tím brzkému vyřazení dotčených položek z kontrolního plánu a kompletnímu zrušení vstupní kontroly.

2.2 Zachování vstupní kontroly

Zachování vstupní kontroly v širším měřítku je žádoucí především pokud většina dodavatelů nedosahuje požadované úrovně kvality dodávek a společnost současně nemá k dispozici dostatečné zdroje pro zajištění odpovídající úrovně výstupní kontroly u dodavatele. V rámci zachování vstupní kontroly je za optimálního stavu účelné zhodnotit přijatelnost zavedení vstupní kontroly na principu statistické přejímky.

2.2.1 Statistická přejímka

Statistická přejímka, jako jeden ze základních nástrojů systému TQM, představuje obranný prostředek především pro odběratele, kterého chrání proti zhoršení jakosti dávek, předkládaných dodavatelem ke kontrole. Další podstatná výhoda spočívá v možnosti odběratele snížit rozsahy náhodných výběrů a za optimálních podmínek přejít z kontroly každé dávky v sérii dávek od téhož dodavatele na tzv. občasnou přejímku pouze některých dávek, případně přejít z přejímky srovnáváním na přejímku měřením, která vyžaduje nižší rozsahy výběru. Podmínkou takového opatření je ovšem soustavné vedení a vyhodnocování záznamů o výsledcích provedených kontrol.

Díky předem známé účinnosti kontroly poskytuje statistická přejímka záruky jakosti také dodavateli. Účinnost kontroly je vyjádřena operativní charakteristikou, která pro daný přejímací plán udává pravděpodobnost přijetí dávky jako funkci úrovně jakosti dávky.

Základním principem statistické přejímky je vlastně test statistické hypotézy, který vždy doprovází riziko omylu. Fakticky se jedná o riziko dodavatele, tedy možnost zamítnutí dávky s nízkým procentem neshodných jednotek a riziko odběratele, neboli přijetí dávky s nepřijatelným procentem neshodných jednotek. Hodnoty těchto rizik jsou také předem známé.

Systémy přejímacích plánů upravují normy řady ISO, založené na požadavku hodnoty AQL (Acceptable Quality Limit). AQL, neboli přijatelná mez kvality, je nejhorším přijatelným průměrem procesu, kdy se ke statistické přejímce předkládá spojitá série dávek od téhož dodavatele. [1]

3 ROZBOR

3.2 Úroveň 1 – Analýza stavu jednotlivých linek

Všechny tři montážní linky jsou zcela samostatné nejen z hlediska prostorového uspořádání a fyzického zpracování, ale také z hlediska řízení. Každé lince přísluší jeden inženýr kvality, nákupčí a z větší části i výhradní okruh dodavatelů. S ohledem na tuto skutečnost, byly linky posuzovány samostatně, bez vzájemného srovnání. Pro stručnou informaci o dosavadním stavu každé linky byla použita kombinace tří grafů, jejichž výsledkem je získání přehledu o nejčastěji reklamovaných dílech, podílech míst jejich odhalení a podílech neviditelných vad.

3.1.1 Nástroje analýzy

3.1.1.1 Kružnicový graf viditelnosti neshod – znázorňuje podíl neviditelných neshod z celkového množství reklamovaných dílů. Neviditelné neshody se zpravidla odhalí až při finálních testech motorů, což značně zvyšuje finanční i časové ztráty spojené s reklamací. Účelem tohoto grafu je proto odhalení případného nepříjemně vysokého podílu neviditelných neshod, který může být podnětem k analýze nutnosti hledání alternativních řešení.

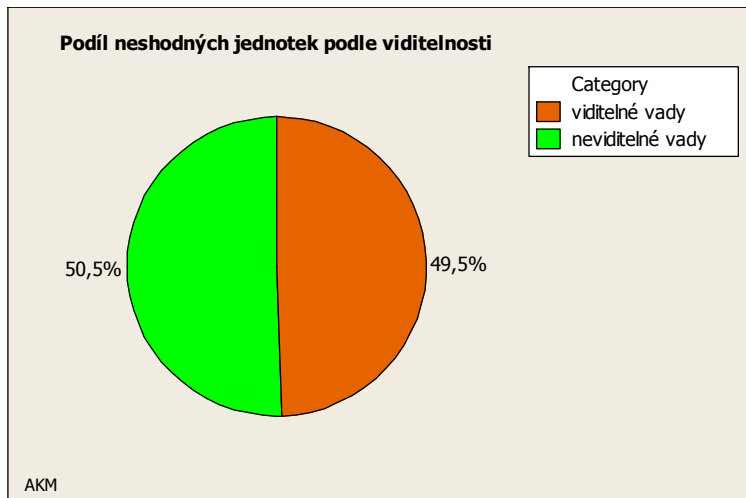
3.1.1.2 Kružnicový graf neshod podle místa zachycení – demonstruje úspěšnost vstupní kontroly v odhalování neshodných jednotek. Do grafu byly zahrnuty pouze viditelné neshody!

3.1.1.3 Paretův diagram – konkrétně identifikuje reklamované díly podle procentního zastoupení, čímž spolehlivě určí nejproblematictější položky, vyžadující větší pozornost. Protože byly detailnější analýze nakonec podrobeny všechny takto identifikované díly, nebyla do diagramu zakreslena referenční přímka. Do grafu byly zahrnuty pouze viditelné neshody!

Poznámka: Podle linek bylo číslování grafů doplněno písmenem a,b nebo c, (a - AKM, b - EVS, c - SERVO).

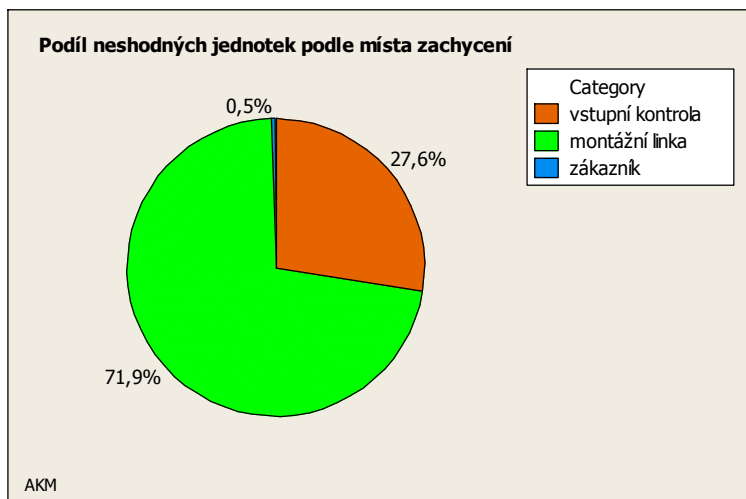
3.1.2 AKM

Graf 1a. Podíl neshodných jednotek podle viditelnosti



AKM motory obsahují ze všech tří montovaných motorů nejvíce komponent s elektronickým charakterem, což je pravděpodobně hlavní důvod téměř polovičního podílu neviditelných neshod. Společnost Danaher Motion, s.r.o. si navíc ze strategických důvodů pro tento typ motorů sama ve svém areálu vyrábí hřídele, které tak nepodléhají vstupní kontrole, a snižují tím „příležitost“ k výskytu viditelných neshod.

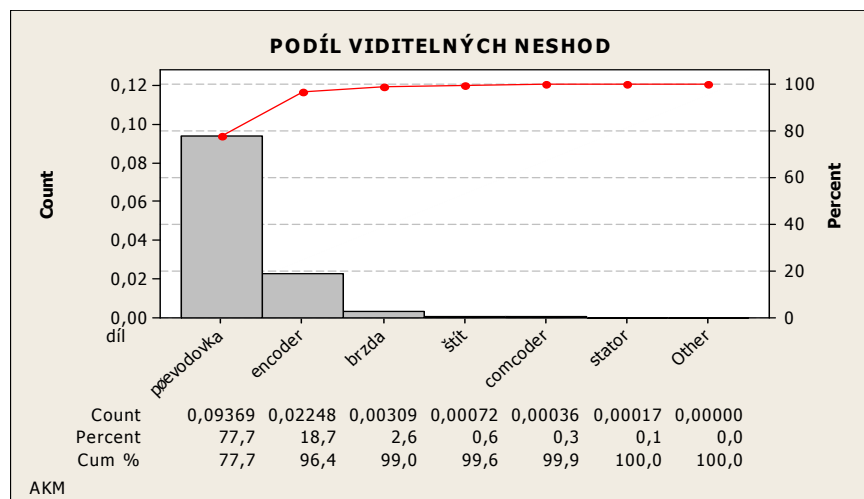
Graf 2a. Podíl neshodných jednotek podle místa zachycení



Graf 2a zahrnuje už jen viditelné vady, přesto jsou téměř tři čtvrtiny neshodných dílů zachyceny až na montážní lince. Tato skutečnost měla negativní dopad na věrohodnost grafů této linky znázorňující časovou závislost, a to kvůli chybějícím číslům objednávek v 8D reportech. Vzhledem k zavedenému systému KANBAN, byl neshodný kus přiřazen

k poslední dávce totožného dílu, nicméně veškeré grafy pro AKM linku s časovou řadou mají sníženou vypovídací hodnotu a jejich výsledky jsou spíše orientační.

Graf 3a. Podíl viditelných neshod



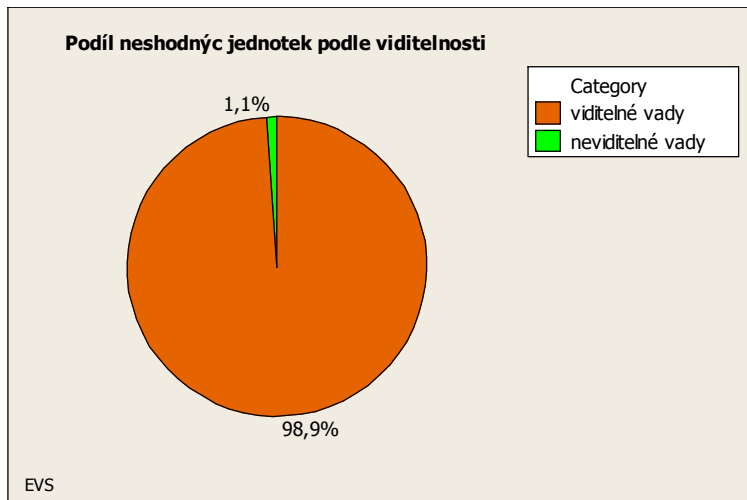
Většina dílů v Paretově diagramu pro svou elektronickou charakteristiku nepodléhá vstupní kontrole, což také vysvětluje vysoký podíl neshodných jednotek odhalených až na montážní lince. Podle Paretova diagramu byla sestavena tabulka 1, která zahrnuje šest dílů dodávaných devíti dodavateli. Tyto byly, spolu s díly z ostatních linek, podrobeny důkladnější analýze, jejíž výsledky byly následně porovnány se současnými kontrolními plány.

Tabulka 1. Seznam reklamovaných dílů a dodavatelů AKM

AKM	
Díl	Dodavatel
brzda	MATRIX INTERNATIONAL
comcoder	DANAHER CONTROLS
	DANAHER SETRA-IOG Co., Ltd.
encoder	HEIDENHAIN GmbH
	HENGSTLER GmbH
	SICK, spol. s r.o.
převodovka	RHEIN-GETRIEBE GmbH
resolver	HENGSTLER GmbH
stator	MUTSUI HIGH-TEC Inc.
štít	UTLRAFORM METAL WORKS Co., Ltd

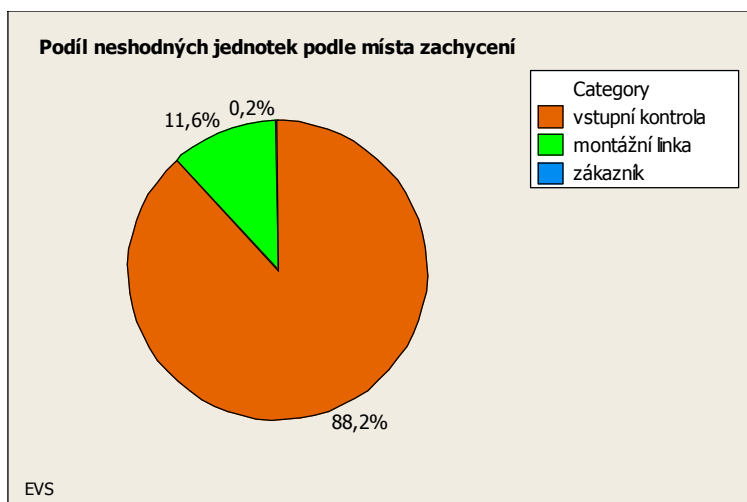
3.1.3 EVS

Graf 1b. Podíl neshodných jednotek podle viditelnosti



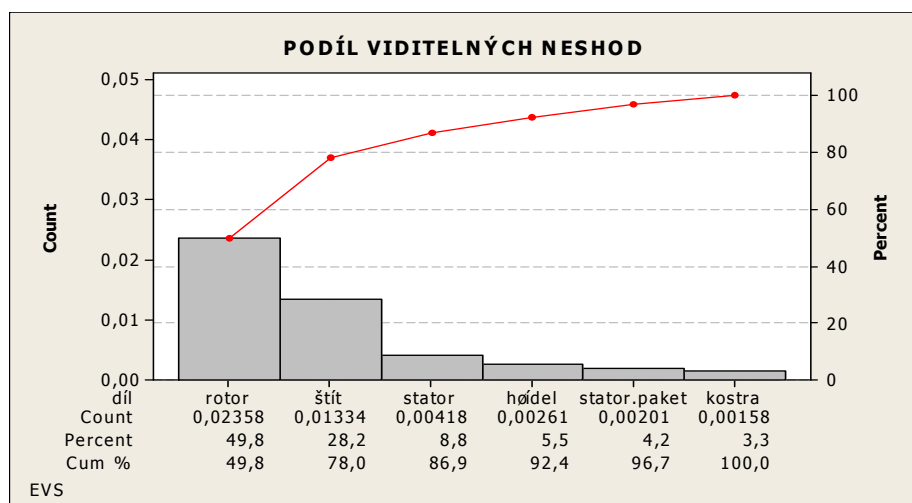
Graf vystihuje skutečnost, že podíl elektronických součástek je u EVS motorů nejnižší.

Graf 2b. Podíl neshodných jednotek podle místa zachycení



Pro EVS linku jsou používány dva kontrolní plány, a to bezesporu přispívá k vyšší účinnosti vstupní kontroly, kdy na montážní linku připadá přibližně desetina neshodných kusů. Skutečnost, že téměř 90 % neshod bylo nalezeno již na vstupní kontrole, a tudíž je známé přesné datum přijetí dávky z které neshodný kus pochází, zaručuje vysokou spolehlivost grafů vztahujících se k této lince.

Graf 3b. Podíl viditelných neshod



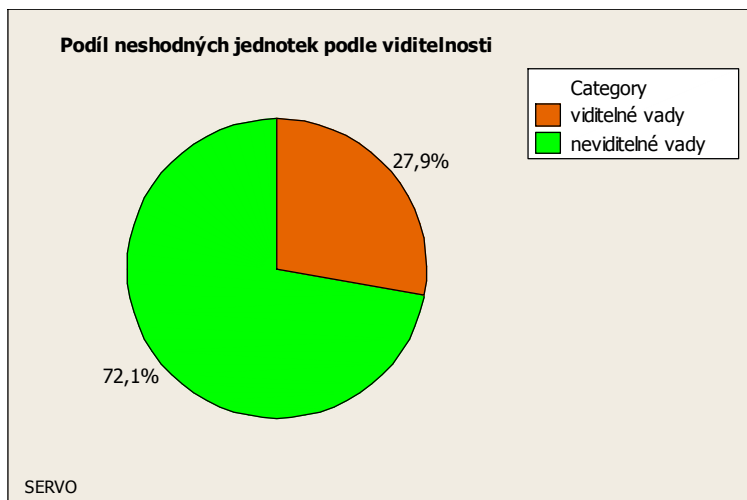
V rámci EVS linky bylo hlubší analýze podrobena šest dílů, celkem od osmi dodavatelů (viz. tab. 2).

Tabulka 2. Seznam reklamovaných dílů a dodavatelů EVS

EVS	
Díl	Dodavatel
hřídel	PMP PROMEC, srl
	TOS ZNOJMO, a.s.
kostra	ALACO, s.r.o.
	FRAGOKOV-EXPORT, výrobné družstvo
rotor	DM FLEN
stator	EMP, s.r.o.
statorový paket	DM FLEN
	KIENLE & SPIESS GmbH
štít	ALACO, s.r.o.
	DM FLEN
	FRAGOKOV-EXPORT, výrobné družstvo
	STROJTEX, a.s.

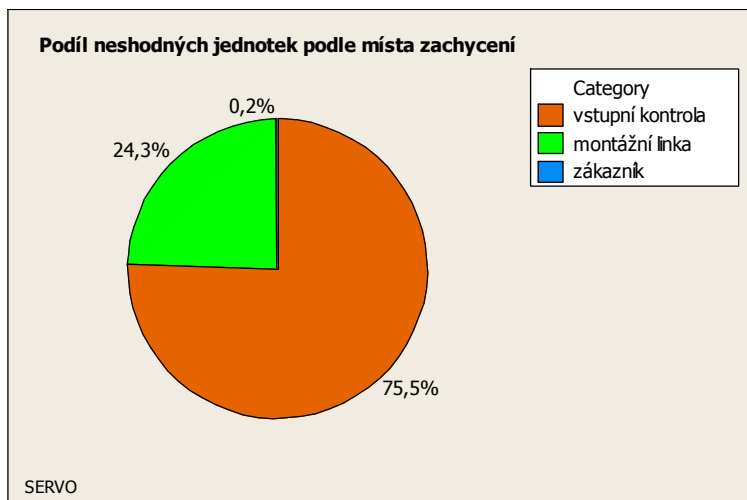
3.1.4 SERVO

Graf 1c. Podíl neshodných jednotek podle viditelnosti



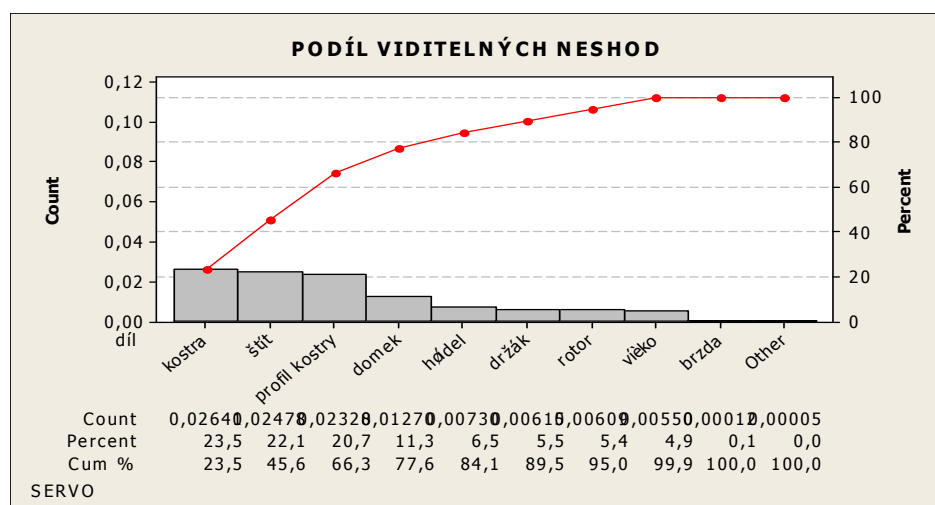
Podíl neviditelných vad odráží skutečnost, že vzhledem k množství elektronických součástek tvoří linka SERVO pomyslný střed mezi linkami AKM a EVS.

Graf 2c. Podíl neshodných jednotek podle místa zachycení



Z grafu vyplývá, že i místem nalezení neshodné jednotky spadá SERVO mezi zbylé dvě linky. Téměř čtvrtinový podíl neshod z montážní linky překračuje hodnotou, kterou lze považovat za přijatelnou. Důvod byl přisouzen zejména nesouladu vyskytujících se vad a měřených parametrů. Vypovídací hodnota grafů s časovou řadou nedosahuje takové přesnosti jako grafy EVS, zároveň ale není tolik odchýlena od skutečného stavu jako grafy AKM.

Graf 3c. Podíl viditelných neshod



Ze SERVO linky bylo podrobnější analýze podrobena deset dílů od deseti dodavatelů.

Tabulka 3. Seznam reklamovaných dílů a dodavatelů SERVO

SERVO			
Díl	Dodavatel	Díl	Dodavatel
brzda	KEB ANTRIEBSTECHNIK AUSTRIA GmbH	ložisko	TROMA spol.s.r.o
	KENDRION BINDER MAGNETE GmbH	profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.
domek	RICHARD BOUDA	resolver	ATAS
držák	STARTECH, spol. s r.o.		LTN SERVOTECHNIK
encoder	HEIDENHAIN	rotor	STARTECH, spol. s r.o.
hřídel	DM FLEN	štít	KAVOJ KOVOVÝROBA
	MESIT RONEX, spol. s r.o.		MESIT RONEX, spol. s r.o.
	STARTECH, spol. s r.o.		RICHARD BOUDA
kostra	RICHARD BOUDA		STARTECH, spol. s r.o.
	STARTECH, spol. s r.o.	víčko	RICHARD BOUDA
kryt	STARTECH, spol. s r.o.		

3.1.5 Souhrn

Stavy jednotlivých linek v podstatě odpovídají charakteristikám motorů, které jsou na nich montovány. Se vzrůstajícím počtem elektronických součástek roste i počet neviditelných vad a náročnost vstupní kontroly se nepřímě úměrně odráží v počtu neshodných kusů, odhalených dělníky na montážní lince. Úvodní rozbor stavu jednotlivých linek odhalil možné nedostatky především v kontrole AKM dílů a hrozící problémy s díly SERVO. K určení váhy těchto nedostatků byly všechny díly identifikované Paretovými diagramy podrobeny hlubší analýze.

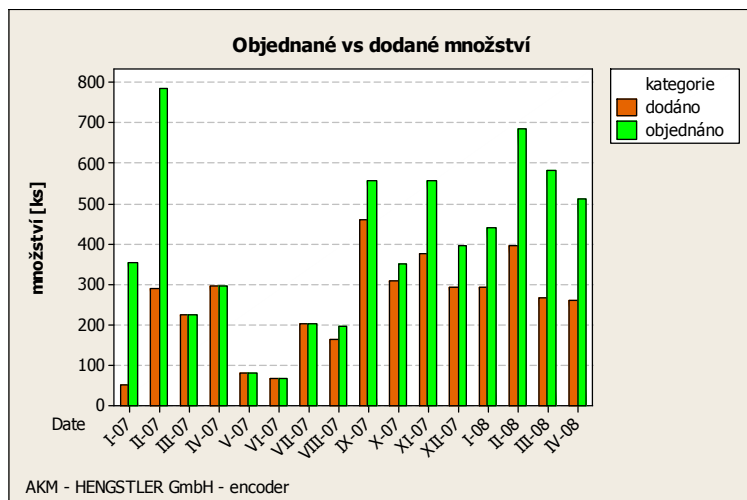
3.2 Úroveň 2 – Analýza stavu kvality jednotlivých dodavatelů

Po výběru základní skupiny dílů s problematickou úrovní kvality, byla tato podrobena důkladnějšímu rozboru, umožňujícímu určit nejen míru potřeby kontroly jednotlivých dílů, ale také nejčastěji reklamované parametry, které jsou v konfrontaci se současnými kontrolními plány využitelné v otázce jejich aktualizace. Rozbor byl realizován prostřednictvím souboru čtyř grafů, sestavených vyhodnocením 8D reportů. Kombinace grafů byla volena s důrazem na množství a relevantnost poskytovaných informací. Z grafu je tak čitelná nejen úroveň kvality dávek dotyčného dodavatele, ale také například jeho způsobilost v uplatňování nápravných opatření, nebo další souvislosti.

3.2.1 Nástroje analýzy

3.2.1.1 Objednané vs. doručené množství - demonstruje schopnost dodavatele plnit objednávky a vytváří stručný přehled o objednávaném množství a jeho kolísání v závislosti na čase. Graf také odhaluje případné závislosti podílu dodaného materiálu na velikosti objednávky.

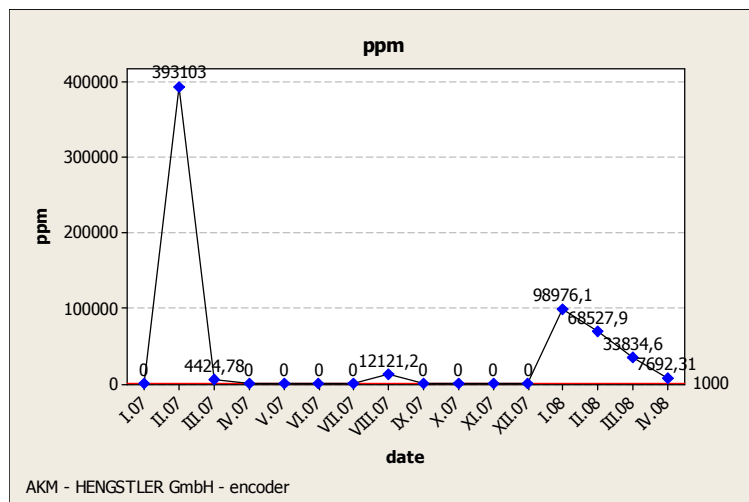
Graf 4. Objednané vs. dodané množství



3.2.1.2 PPM – neboli parts per million, vyjadřuje množství neshodných kusů na celkový objem milion jednotek. V tomto znázornění je úroveň kvality dávek konkrétního dodavatele porovnatelná s ostatními dodavateli. Kombinace grafu ppm a grafu objednaného vs. dodaného množství umožnila odhalit případný vztah mezi oběma parametry, kdy nepřímá úměra mezi podílem dodaného množství a hodnotou ppm může být výsledkem důkladnější výstupní kontroly u dodavatele. V relaci s časovou řadou bylo navíc možné přiřadit výkyvy hodnot k sezónním charakteristikám, jako jsou například letní brigády.

Referenční hodnota 1000 ppm je uváděna z důvodu záměru společnosti dosáhnout právě této úrovně kvality dodávaného materiálu. Velikost odchylky od cílové hodnoty napovídá, se kterými dodavateli je potřeba zintenzivnit spolupráci.

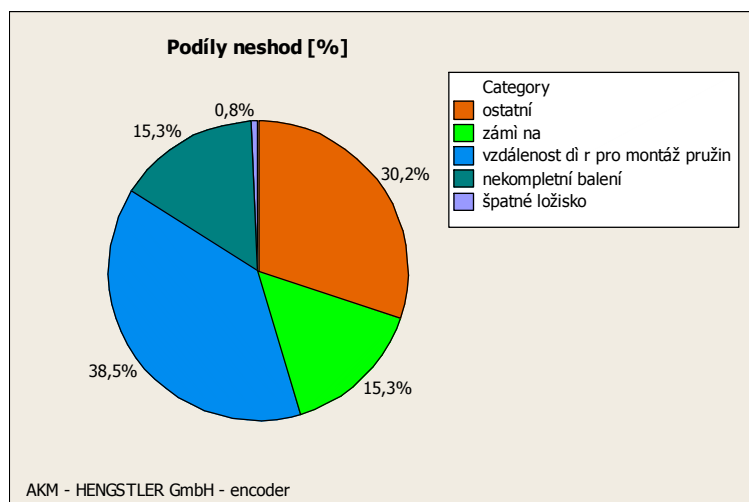
Graf 5. PPM



Poznámka: Graf ppm byl použit pro zhodnocení nutnosti podrobení konkrétního dílu vstupní kontrole, proto zachycuje pouze viditelné vady. Pro porovnání celkové úrovně dávek jednotlivých dodavatelů mezi sebou byla použita metoda Chi-square test (viz str.37).

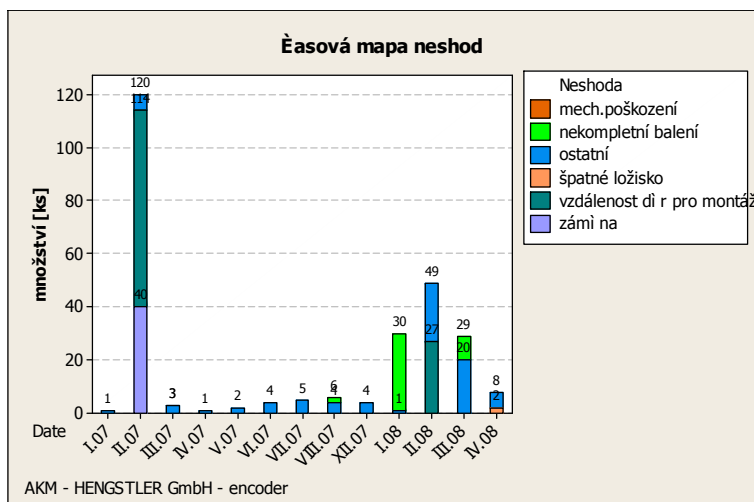
3.2.1.3 Kružnicový graf neshod – graf zachycuje podíl konkrétních neshod vyskytujících se na kontrolovaném díle. Posloužil k určení škály neshod a jednoznačné identifikaci majoritní neshody, která z časové mapy vad nemusí být jasně patrná.

Graf 6. Podíly neshod [%]



3.2.1.4 Časová mapa neshod – odhaluje časové závislosti kvantitativních charakteristik vyskytujících se neshod, především zda se konkrétní neshoda vyskytuje opakovaně nebo sporadicky, a zda je množství neshodných kusů vzhledem k celé dávce vysoké nebo se jedná o jednotky kusů.

Graf 7. Časová mapa neshod



Soubor všech grafů je uveden v příloze 1.

3.2.2 Identifikace kontrolovaných položek

Paretovy diagramy identifikovaly, kromě předem vyřazených dílů, všechny neshodné kusy, nalezené ve sledovaném období. Následující krok spočíval v rozdělení neshodných dílů do skupin podle frekvence a objemu jednotlivých reklamací. Pro tento účel byla použita kombinace grafů objednaného vs. doručeného množství, ppm a časové mapy neshod. Po jejich vzájemné konfrontaci byly díly s nízkým celkovým počtem reklamací a reklamovaných jednotek zařazeny do kategorie podléhající pouze kontrole na příjmu. Zbývající díly byly dále analyzovány.

Pravidla rozdělení do skupiny A nebo B:

Skupina A: maximálně 2 reklamace, nebo minimálně 90% neviditelných reklamací za sledované období → kontrola pouze na příjmu (označení, neporušenost balení, množství)

Skupina B: ostatní → podrobnější analýza

Selekce do skupin proběhla podle jednotných pravidel, zároveň ale bylo ke každému dílu a jeho dodavateli přístupováno individuálně, čímž v ojedinělých případech mohl vzniknout

rozpor mezi skutečným a předpokládaným zařazením. Zásadní vliv na tento postup mělo poměrně dlouhé časové období, za které byly díly posuzovány, čímž vznikla nutnost zohlednit časový výskyt reklamací. Pokud se tedy reklamace ve zvýšeném počtu objevovaly pouze na počátku sledovaného období a postupně se zredukovaly na minimum, bylo vhodné předpokládat, že došlo k efektivnímu zlepšení procesu výroby a tím i zvýšení kvality dodávaného materiálu, nebo alespoň snížení její variability. Rozdělení do skupin uvádí tabulky 4, 5 a 6.

Tabulka 4. Selekce dílů AKM linky podle kategorie kontroly

AKM				
Díl	Dodavatel	Poč. reklamací	Poč. neshod. jednotek [ks]	Skupina
brzda	MATRIX INTERNATIONAL	75	118	B
comcoder	DANAHER CONTROLS	1	1	A
	DANAHER SETRA	35	63	A
encoder	HENGSTLER	47	262	B
	SICK spol.s.r.o	13	16	A
	HEIDENHAIN GmbH	11	14	A
	HEIDENHAIN s.r.o.	4	4	A
převodovka	RHEIN-GETRIEBE GmbH	3	102	
resolver	HENGSTLER GmbH	1	1	A
stator	MUTSUI HIGH-TEC Inc.	1	11	A
štít	UTLRAFORM METAL WORKS Co., Ltd	22	56	B

Tabulka 5. Selekce dílů EVS linky podle kategorie kontroly

EVS				
Díl	Dodavatel	Poč. reklamací	Poč. neshod. jednotek [ks]	Skupina
hřídel	PMP PROMEC srl	2	12	A
	TOS ZNOJMO, a.s.	2	2	A
kostra	ALACO, s.r.o.	2	5	A
	FRAGOKOV-EXPORT	1	1	A
rotor	DM FLEN	28	1033	B
stator	DM FLEN	7	18	B
	EMP, s.r.o.	45	58	B
statorový paket	DM FLEN	16	55	B
	KIENLE & SPIESS GmbH	6	39	B
štít	STROJTEX, a.s.	52	975	B
	FRAGOKOV EXPORT	7	11	B
	ALACO, s.r.o.	11	59	B
	DM FLEN	3	181	B

Tabulka 6. Selekce dílů SERVO linky podle kategorie kontroly

SERVO				
Díl	Dodavatel	Poč. reklamací	Poč. neshod. jednotek [ks]	Skupina
brzda	KEB	42	53	A
	KENDRION BINDER	5	6	A
domék	RICHARD BOUDA	32	167	B
držák	STARTECH, spol. s r.o.	1	8	A
encoder	HEIDENHAIN GmbH	7	7	A
	HEIDENHAIN s.r.o.	3	3	A
hřídel	STARTECH, spol. s r.o.	29	95	B
	MESIT RONEX, spol. s r.o.	10	84	B
	DM FLEN	4	115	B
kostra	RICHARD BOUDA	11	154	B
	STARTECH, spol. s r.o.	4	48	B
kryt	STARTECH, spol. s r.o.	1	1	A
ložisko	TROMA spol.s.r.o	4	4	A
resolver	ATAS	24	25	A
	LTN SERVOTECHNIK	4	4	A
profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.	4	255	B
rotor	STARTECH, spol. s r.o.	29	92	B
štít	RICHARD BOUDA	86	1290	B
	KAVOJ KOVOVÝROBA	44	968	B
	STARTECH, spol.s r.o.	34	232	B
	MESIT RONEX, spol. s r.o.	26	268	B
	DOUGLAS ENGINEERING	1	5	A
víčko	STARTECH, spol. s r.o.	1	1	A
	RICHARD BOUDA	2	300	A

3. 2. 2. 1 Identifikace neshodných parametrů

Pro díly spadající do skupiny B byly zároveň kombinací kružnicového grafu a časové mapy neshod identifikovány nejčastěji reklamované parametry. Z kružnicového grafu byly nejdříve vybrány neshodné parametry s celkovým podílem minimálně 5%. Následnou konfrontací s časovou mapou byl neshodný parametr potvrzen nebo vyřazen. Rozhodující vliv na zařazení parametru do kontrolního plánu mělo především opakování konkrétní neshody v čase a také množství, v jakém se neshoda v jednotlivých dávkách vyskytovala. Výsledkem tohoto srovnání jsou tabulky 7, 8 a 9.

Tabulka 7. Neshodné parametry AKM

AKM		
Díl	Dodavatel	Měřený parametr
brzda	MATRIX INTERNATIONAL	Kontrola provedení a mechanické poškození
encoder	HENGSTLER GmbH	Vzdálenost děr pro montáž pružin
		Kompletnost balíčku
převodovka	RHEIN-GETRIEBE GmbH	Kontrola provedení a mechanické poškození
štít	UTLRAFORM METAL WORKS Co., Ltd	Pórovitost a povrchová úprava (lak)
		Průměr

Tabulka 8. Neshodné parametry EVS

EVS		
Díl	Dodavatel	Měřený parametr
hřídel	PMP PROMEC srl	Ložiskový průměr
	TOS ZNOJMO, a.s.	Ložiskový průměr
rotor	DM FLEN	Ložiskový průměr
		Drážkování
		Povrchová koroze a mechanické poškození
stator	EMP, s.r.o.	Kvalita zpracování (dráty mimo apod.)
		Fáze (délka, pořadí, pozice vývodů)
		Rozměr vinutí
statorový paket	DM FLEN	Sestavení paketu (nesmí být zuby)
		Vnitřní průměr paketu
		Provedení svarů (neporušenost, póry, rovnoměrnost)
		Mech.poškození
	KIENLE & SPIESS GmbH	Házení průměru
		Pórovitost a povrchová koroze
štít	ALACO, s.r.o.	Pórovitost
		Výška štítu
		Ložiskový průměr
	DM FLEN	Opracování (obrobení)
	FRAGOKOV EXPORT	Průměr pro zákaznickou aplikaci
		Ložiskový průměr
		Rovnoběžnost čel
	STROJTEX, a.s.	Ložiskový průměr
		Hloubka M8
		Kontrola odlitku (pórovitost, kompaktnost)

Tabulka 9. Neshodné parametry SERVO

SERVO		
Díl	Dodavatel	Měřený parametr
domek	RICHARD BOUDA	Mechanické poškození povrchu
		Kontrola nalisování kroužku
		Rozteč závitů
		Průměr pro encoder
hřídel	DM FLEN	Průměr hřídele
		Rozměry drážky pro pero
	MESIT RONEX, spol. s r.o.	Průměr hřídele
		Rozměry drážky pro pero
	STARTECH, spol. s r.o.	Rozměry drážky pro pero
		Přítomnost a provedení funkčního vnitřního průměru
kostra	RICHARD BOUDA	Mechanické poškození
		Průměr pro nalisování svazku
		Rozteč závitů
	STARTECH, spol. s r.o.	Hloubka M3
profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.	Povrch (prolisy a rovnost profilu)
rotor	STARTECH, spol. s r.o.	Povrchová koroze a mechanické poškození
		Rozměry drážky pro pero
štít	MESIT RONEX, spol. s r.o.	Ložiskový průměr
		Průměr do kostry
		Poloha M3
		Síla štítu
	KAVOJ KOVOVÝROBA	Ložiskový průměr
		Hloubka a poloha M3
		Opracování (frézování, soustružení)
	RICHARD BOUDA	Ložiskový průměr
		Poloha děr pro konektor a M3
		Mechanické poškození povrchu
	STARTECH, spol.s r.o.	Ložiskový průměr
		Průměr pro gufero

3.2.3 Definování úrovně dávek

Rozhodnutí o zrušení vstupní kontroly vyžadovalo hodnocení dávek zaměřeného na množství neshodných jednotek. Všichni dodavatelé podskupiny B proto byli rozčleněni do tříd podle měsíčních hodnot ppm za sledované období (viz tabulka 10). Zařazení dílu a dodavatele do určitého intervalu neznámá, že tento ve sledovaném období nevykazoval hodnotu ppm mimo stanovený interval, jednalo se však pouze o ojedinělý výskyt.

Tabulka 10. Hodnoty PPM jednotlivých dodavatelů

PPM							
0 - 10 000		10 000 – 50 000		50 000 – 100 000		100 000 <	
Díl	Dodavatel	Díl	Dodavatel	Díl	Doda vate l	Díl	Dodavatel
brzda	MATRIX INTERNATIONAL	rotor	DM FLEN			štít	DM FLEN
hřídel	DM FLEN	štít	ALACO, s.r.o.				
	MESIT RONEX, s.r.o.		STARTECH, s.r.o.				
	STARTECH, s.r.o.		KAVOJ KOVOVÝROBA				
kostra	RICHARD BOUDA		RICHARD BOUDA				
	STARTECH, s.r.o.						
převodovka	RHEIN- GETRIEBE GmbH						
rotor	STARTECH, s.r.o.						
stator	EMP						
statorový paket	DM FLEN						
	KIENLE & SPIESS GmbH						
štít	FRAGOKOV EXPORT						
	MESIT RONEX, s.r.o.						
	STROJTEX, a.s.						
	ULTRAFORM METAL WORKS Co., Ltd.						

Současně bylo nezbytné mít alespoň rámcovou představu o stavu jednotlivých reklamací, což měsíční hodnota ppm neposkytovala. Za tímto účelem byla vytvořena tabulka 11, zachycující hlavní charakteristiky reklamací jednotlivých dílů. Byl tak získán jednoduchý přehled o nejčastěji se opakujícím formátu reklamací z hlediska množství neshodných kusů.

Tabulka 11. Charakteristika reklamací jednotlivých dílů

I. Q3<5 ks, max<10 ks		II. Q3<5 ks, max>10 ks		III. Q3>10 ks, med<5 ks		IV. med>10 ks	
Díl	dodavatel	Díl	Dodavatel	Díl	Dodavatel	Díl	Dodavatel
brzda	MATRIX INTERNATIONAL	domek	RICHARD BOUDA	encoder	HENGSTLER GmbH	hřídel	DM FLEN
štít	ALACO, s.r.o.	kostra	RICHARD BOUDA	hřídel	STARTECH, s.r.o.	Profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.
	FRAGOKOV EXPORT	rotor	STARTECH, s.r.o.		MESIT RONEX, s.r.o.	rotor	DM FLEN
	ULTRAFORM METAL WORKS Co., Ltd.	stator	EMP	kostra	STARTECH, s.r.o.	štít	DM FLEN
		štít	STROJTEX, a.s.	převodovka	RHEIN GETRIEBE GmbH		
				statorový paket	DM FLEN		
				štít	KIENLE & SPIESS GmbH		
					MESIT RONEX, s.r.o.		
					RICHARD BOUDA		
						STARTECH, s.r.o.	
						KAVOJ KOVOVÝROBA	

Kde:

Q3.....3. kvartil

med.....medián

max.....nejvyšší dosažený počet neshodných kusů v dávce

Sloupec I.:

$\frac{3}{4}$ reklamací tvoří max. 5 neshodných kusů. Celkové množství neshodných jednotek v dávce nikdy nepřesáhlo 10 kusů.

Sloupec II.:

$\frac{3}{4}$ reklamací tvoří max. 5 neshodných kusů. Maximální množství neshodných jednotek v dávce byly řádově desítky, ojediněle stovky kusů.

Sloupec III.:

Polovina reklamací byla s méně než 5-ti neshodnými kusy. $\frac{1}{4}$ reklamací tvoří dávky s řádově desítkami, ojediněle i stovkami neshodných kusů.

Sloupec IV.:

Polovinu reklamací tvoří dodávky s desítkami, ojediněle i stovkami neshodných kusů.

Na základě tabulek 10 a 11 byly díly rozděleny do podskupin B11 a B12. Podskupina B11 se vyznačuje jak nízkým počtem reklamací, tak i malým objemem neshodných jednotek, jejichž odhalení vstupní kontrolou by bylo spíše věcí štěstí, či náhody. Z toho důvodu bylo navrženo, aby příslušné díly nepodléhaly vstupní kontrole, ale absolvovaly pouze kontrolu na příjmu, tedy kontrolu obsahu, množství a kvality balení. V případě odhalení pěti neshodných kusů z této podskupiny na montážní lince, bude dávka zamítnuta. Podskupina B12 zahrnuje díly s problematickým množstvím neshodných kusů, jejichž zachycování až na montážní lince by mohlo významně zvyšovat časové i finanční ztráty, které jsou s každou reklamací spojeny, a proto vyžadují zachování vstupní kontroly. Princip vstupní kontroly pro podskupinu B12 zůstane shodný se současným schématem vstupní kontroly. Rozdělení dílů znázorňuje tabulka 12.

Tabulka 12. Členění dílů podle kategorie kontroly

B11 Kontrola na příjmu			B12 Vstupní kontrola		
linka	Díl	Dodavatel	linka	Díl	Dodavatel
AKM	brzda	MATRIX INTERNATIONAL	EVS	rotor	DM FLEN
	encoder	HENGSTLER GmbH		štít	ALACO, s.r.o.
	převodovka	RHEIN GETRIEBE GmbH			DM FLEN
	štít	ULTRAFORM METAL WORKS Co., Ltd.	SERVO	štít	KAVOJ KOVOVÝROBA
EVS	stator	EMP, s.r.o.			RICHARD BOUDA
	statorový paket	DM FLEN			STARTECH, s.r.o.
		KIENLE & SPIESS GmbH			
SERVO	štít	FRAGOKOV EXPORT			
		STROJTEX, a.s.			
	domek	RICHARD BOUDA			
	hřídel	DM FLEN			
		MESIT RONEX, s.r.o.			
		STARTECH, s.r.o.			
	kostra	RICHARD BOUDA			
		STARTECH, s.r.o.			
	profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.			
	rotor	STARTECH, s.r.o.			
	štít	MESIT RONEX, s.r.o.			

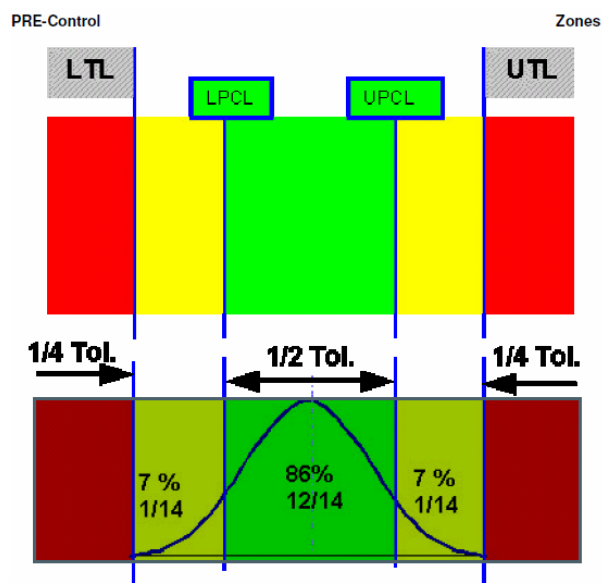
3.2.4 Stabilita dávek

Zavedení vstupní kontroly podle pravidel statistické přejímky vyžadovalo posouzení stability dávek jednotlivých dílů od každého dodavatele. Za tímto účelem byly vytvořeny Pre-control diagramy, monitorující úroveň kvality dávek během sledovaného období.

3.2.4.1 Pre-control diagram

Technika Pre-control je silným statistickým nástrojem, který na rozdíl od SPC, kde je nutné mít 25 podskupin před zakreslením kontrolních mezí, poskytuje zpětnou vazbu od samého počátku měření. Toleranční meze diagramů tvoří tři barevné zóny: zelená, žlutá a červená (viz. obr.1), které jsou mírou kvality dávek.

Obrázek 1. Pre-Control diagram



kde:

LTL.....dolní toleranční mez,

UTL.....horní toleranční mez,

UPCL.....horní PRE-Control limit,

LPCL.....dolní PRE-Control limit.

3.2.4.2 Pravidla hodnocení

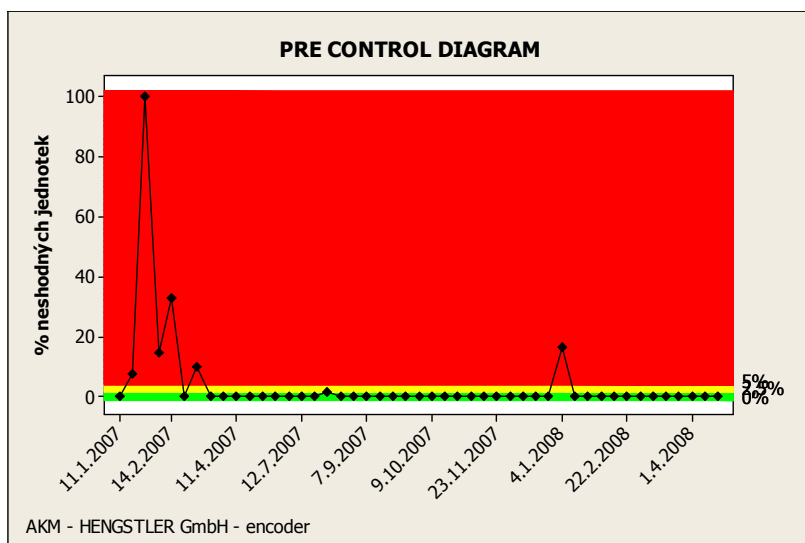
Variabilita kvality dávek je vyjádřena procentem neshodných kusů, proto byl klasický tvar diagramu přizpůsoben interpretovanému výsledku. Za střed diagramu bylo zvoleno 0 %, udávající 0 vadných kusů v dávce, čímž pravá polovina (respektive spodní část) diagramu pozbyla významnosti a není zobrazována. Osa y zachycuje procento neshodných kusů v dávce, osa x pro lepší názornost zobrazuje datumy přijetí dávek. Tolerance 5 % byla zvolena na základě všeobecně uznávané a nejčastěji používané hodnoty odchylky v oboru statistického řízení procesu. Rozdělením tolerance na polovinu byla stanovena hranice barevných polí:

0 – 2,5 %.....zelené pole

2,5 – 5 %.....žluté pole

5 – 100 %.....červené pole

Graf 8. Pre-control diagram



Kompletní soubor diagramů je uveden v příloze 2.

Diagramy byly hodnoceny pravidlem 5bodů (1 bod = 1 dávka), viz tabulka 13.

Tabulka 13. Pravidla hodnocení Pre-control diagramů

Sledovaný jev	Rozhodnutí/opatření
5 po sobě následujících bodů v zeleném poli	stabilizované dávky
1 bod ve žlutém poli	znovuzahájení odpočtu
2 po sobě následující body ve žlutém poli nebo 1 bod v červeném poli	nestabilizované dávky, znovuzahájení odpočtu

[6]

3.2.4.3 Výsledky hodnocení

Na základě vyhodnocení diagramů podle příslušných pravidel, byli dodavatelé rozděleni do dvou podskupin podle míry stabilizace jejich dávek:

B21.....stabilizované dávky

B22.....nestabilizované dávky

Rozdělení dílů do podskupin uvádí tabulka 14.

Tabulka 14. Podskupiny dodavatelů podle míry stabilizace dávek

B21			B22		
Linka	Díl	Dodavatel	Linka	Díl	Dodavatel
AKM	brzda	MATRIX INTERNATIONAL			
	encoder	HENGSTLER			
	převodovka	RHEIN-GETRIEBE GmbH			
	štít	UTLRAFORM METAL WORKS Co., Ltd			
EVS	štít	STROJTEX, a.s.	EVS	rotor	DM FLEN
		FRAGOKOV EXPORT		štít	DM FLEN
		ALACO, s.r.o.			
	statorový paket	DM FLEN			
		KIENLE & SPIESS GmbH			
	stator	EMP, s.r.o.			
SERVO	hřídel	STARTECH, spol. s r.o.	SERVO	domek	RICHARD BOUDA
		MESIT RONEX, spol. s r.o.		hřídel	DM FLEN
	kostra	STARTECH, spol. s r.o.		kostra	RICHARD BOUDA
	rotor	STARTECH, spol. s r.o.		štít	RICHARD BOUDA
	štít	MESIT RONEX, spol. s r.o.			STARTECH, spol.s r.o.
	profil kostry	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.			KAVOJ KOVOVÝROBA

Dávky dílů v podskupině B21 jsou dostatečně stabilní pro zavedení kontroly na principu statistické přejímky. Vzhledem k náročnosti metody a dosavadním zkušenostem organizace se statistickým řízením procesu, byla zvolena kontrola jedním výběrem podle ČSN ISO 2859-1: Statistické přejímky srovnáváním - Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii. Zbývá třetina položek svou variabilitou dávek statistické přejímce nevyhovuje, což aplikaci metody značně komplikuje. Tyto díly musí být podrobeny klasické vstupní kontrole, přičemž součinnost dvou rozdílných systémů kontroly vyvolává oprávněné pochyby. Každá forma vstupní kontroly je více či méně náročný proces vyžadující příslušné zdroje a jejich násobení v tomto konkrétním případě není žádoucí. Řešením tedy může být odklad jejího použití do doby, kdy díly podskupiny B22 budou příslušná kritéria splňovat. Délka tohoto období závisí na míře spolupráce s příslušnými dodavateli a úspěšnosti v realizaci nezbytných nápravných opatření.

3.2.5 Chi-square test

Významnou roli hraje v procesu zefektivňování vstupní kontroly také strategie nákupu. V rámci každé linky se vyskytuje několik dílů nakupovaných od více dodavatelů, jejichž porovnání umožnilo stanovit pořadí dodavatelů podle kvality dávek, a vhodným zacílením objednávek tak účinně snížit množství neshodných jednotek v nakupovaném materiálu. Za tímto účelem byl použit test statistické hypotézy Chi-square. Tento test pomocí veličiny χ^2 měří rozdíly mezi pozorovanými a očekávanými (teoretickými) četnostmi, tedy jakých podílů neshod by jednotliví dodavatelé dosahovali v případě, že by kvalita jejich dávek byla na stejné úrovni, a nakolik je rozdíl mezi touto teoretickou a skutečnou hodnotou statisticky významný.

3.2.5.1 Výpočet:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{pozorované} - \text{teoretické})^2}{\text{teoretické}}$$

3.2.5.2 Testované hypotézy:

H_0 : Dávky jednotlivých dodavatelů se neliší z hlediska podílů vadných kusů.

H_A : Alespoň jeden dodavatel se od ostatních liší z hlediska podílu vadných kusů v dávce.

3.2.5.3 Řešení:

Pokud $p_v \geq 0,05$, nezamítáme H_0 - neexistuje dostatečný důkaz pro tvrzení, že mezi podíly skupin existuje statisticky významný rozdíl.

Pokud $p_v < 0,05$, zamítáme H_0 , učiníme závěr H_A - podíl alespoň jedné skupiny je statisticky odlišný od ostatních. [2]

Výpočet byl proveden pomocí software MINITAB.

Výstup z Chi-square testu je uveden v příloze 3.

Podle výsledků Chi-square testu jsou dodavatelé seřazeni v tabulkách 15, 16 a 17.

3.2.5.4 Výsledky χ^2 -testu

Tabulka 15. Výsledky χ^2 -testu pro AKM

AKM			
Díl	Pořadí	Dodavatel	Poznámka
encoder	1	HEIDENHAIN	
	2	SICK	
	3	HENGSTLER	

Tabulka 16. Výsledky χ^2 -testu pro EVS

EVS			
Díl	Pořadí	Dodavatel	Poznámka
hřídel	1	TOS ZNOJMO, a.s.	
	2	PMP PROMEC srl	
rotor	1	EMP, s.r.o.	
	2	DM FLEN	
statorový paket	1	DM FLEN	
	2	KIENLE & SPIESS GmbH	
štít	1	FRAGOKOV EXPORT	
	2	STROJTEX, a.s.	
	3	ALACO, s.r.o.	
	4	DM FLEN	

Tabulka 17. Výsledky χ^2 -testu pro SERVO

SERVO			
Díl	Pořadí	Dodavatel	Poznámka
brzda		KEB	Neexistuje dostatečný důkaz pro potvrzení statisticky významného rozdílu mezi podíly těchto dodavatelů
		KENDRION	
hřídel	1	MESIT RONEX, spol. s r.o.	Neexistuje dostatečný důkaz pro potvrzení statisticky významného rozdílu mezi podíly těchto dodavatelů
		STARTECH, spol.s r.o.	
	2	DM FLEN	
kostra	1	STARTECH, spol.s r.o.	
	2	RICHARD BOUDA	
štít	1	MESIT RONEX, spol. s r.o.	
	2	STARTECH, spol.s r.o.	
	3	KAVOJ KOVOVÝROBA	
	4	RICHARD BOUDA	

Poznámka 1: Dodavatelé jsou seřazeni sestupně od nejlepšího.

Poznámka 2: Do testu byly zahrnuty všechny vady, tj. i neodhalitelné vstupní kontrolou.

4 REALIZACE VSTUPNÍ KONTROLY

S ohledem na uvažovaná schémata vstupní kontroly a zjištěným skutečnostem byly navrženy tři formáty kontroly dodávaného materiálu.

4.1 Kontrolní plán 1: Omezená kontrola

Omezená kontrola dávek vychází ze záměru úplného zrušení vstupní kontroly, který ale vzhledem k uváděným výsledkům není možné aplikovat okamžitě. Důvodem je malá skupinka dodavatelů, jejichž kvalita dávek nedosahuje požadované úrovně. Jako alternativa proto byla navržena dočasná vstupní kontrola dávek zmíněné skupiny, v součinnosti s intenzivní spoluprací zaměřenou na odstranění aktuálních nedostatků, a tím zvýšení kvality dávek na požadovanou úroveň. Po dosažení této úrovně bude povinnost vstupní kontroly zrušena.

Využitím výsledků Chi-square testu je možné zastavit objednávky od statisticky horších dodavatelů (v tabulce označeny kurzívou), a značně tak zjednodušit kontrolní plán uvedený v tabulce 18. Redukce kontrolních plánů úzce souvisí se strategií nákupu, uvedené plány uvažují snížení počtu dodavatelů totožného dílu maximálně o polovinu.

4. 1. 1 Kontrolní plán omezení kontroly

Tabulka 18. Kontrolní plán dočasné vstupní kontroly

Díl	Dodavatel	Měřený rozměr
EVS		
štít	ALACO, s.r.o.	Pórovitost
		Výška štítu
		Ložiskový průměr
	DM FLEN	Opracování (obrobení)
rotor	DM FLEN	Ložiskový průměr
		Drážkování
		Povrchová koroze a mechanické poškození
SERVO		
štít	KAVOJ KOVOVÝROBA	Ložiskový průměr
		Hloubka a poloha M3
		Opracování (frézování, soustružení)
	RICHARD BOUDA	Ložiskový průměr
		Poloha děr pro konektor a M3
		Mechanické poškození povrchu
	STARTECH, spol. s r. o.	Ložiskový průměr
		Průměr pro gufero

4.2 Kontrolní plán 2 – Statistická přejímka

Výhody statistické přejímky jsou spojeny s náročným získáváním a vyhodnocováním údajů, nezbytných pro interpretaci správného rozhodnutí o přijetí či zamítnutí dávky. V tomto konkrétním případě je zde navíc skupina dodavatelů, jejichž dávky nedosahují požadované úrovně stability a nevyhovují tak podmínkám statistické přejímky. Zahrnutí těchto dodavatelů do kontrolního plánu by znamenalo snížení jeho celkové efektivity. V případě, že je vedení společnosti přesvědčeno, že dokáže prostřednictvím úzké spolupráce rychle a účinně snížit variabilitu problematických dávek, může takto podmíněný kontrolní plán aplikovat. Snížení variability dávek se ale musí stát oficiálním závazkem vedení, a musí být stanoven konkrétní termín, do kdy bude požadované stability dosaženo. Bez této záruky není možné statistickou přejímku využít.

Výsledky Chi-square testu i zde umožňují kontrolní plán zjednodušit zastavením dávek od vybraných dodavatelů, čímž bude stabilizace zbylých dávek na požadovanou úroveň mnohem rychlejší a jednodušší. Dodavatelé, které lze z procesu nákupu vypustit jsou v tabulce označení kurzívou.

4.2.1 Kontrolní plány jednotlivých linek

Tabulka 19. Statistická přejímka AKM

AKM					
Stabilizované dávky			Nestabilizované dávky		
Díl	Dodavatel	Měřený parametr	Díl	Dodavatel	Měřený parametr
brzda	MATRIX INTERNATIONAL	Kontrola provedení a mechanické poškození			
encoder	HENGSTLER	Vzdálenost děr pro montáž pružin			
		Kompletnost balíčku			
převodovka	RHEIN-GETRIEBE GmbH	Kontrola provedení a mechanické poškození			
štít	UTLRAFORM METAL WORKS Co., Ltd	Pórovitost a povrchová úprava (lak)			
		Průměr			

Tabulka 20. Statistická přejímka EVS

EVS					
Stabilizované dávky			Nestabilizované dávky		
Díl	Dodavatel	Měřený parametr	Díl	Dodavatel	Měřený parametr
stator	EMP, s.r.o.	Kvalita zpracování (dráty mimo apod.)	rotor	DM FLEN	Ložiskový průměr
		Fáze (délka, pořadí, pozice vývodů)			Drážkování
		Rozměr vinutí			Povrchová koroze a mechanické poškození
statorový paket	DM FLEN	Sestavení paketu (nesmí být zuby)	štít	DM FLEN	Opracování (obrobení)
		Vnitřní průměr paketu			
		Provedení svarů (neporušenost, póry, rovnoměrnost)			
		Mech.poškození			
	KIENLE & SPIESS GmbH	Házení průměru			
		Pórovitost a povrchová koroze			
štít	ALACO, s.r.o.	Pórovitost			
		Výška štítu			
		Ložiskový průměr			
	FRAGOKOV EXPORT	Průměr pro zákaznickou aplikaci			
		Ložiskový průměr			
		Rovnoběžnost čel			
	STROJTEX, a.s.	Ložiskový průměr			
		Hloubka M8			
		Kontrola odlitku (pórovitost, kompaktnost)			

Tabulka 21. Statistická přejímka SERVO

SERVO						
Stabilizované dávky			Nestabilizované dávky			
Díl	Dodavatel	Měřený parametr	Díl	Dodavatel	Měřený parametr	
hřídel	MESIT RONEX, spol. s r.o.	Průměr hřídele	dome k	RICHARD BOUDA	Mechanické poškození povrchu	
		Rozměry drážky pro pero			Kontrola nalisování kroužku	
	STARTECH, spol. s r.o.	Rozměry drážky pro pero			Rozteč závitů	
		Přítomnost a provedení funkčního vnitřního průměru			Průměr pro encoder	
		Mechanické poškození				
kostra	STARTECH, spol. s r.o.	Pozice montážních děr			Rozměry drážky pro pero	
profil kostr y	ALCAN DĚČÍN EXTRUSIONS, s.r.o.	Povrch (prolisy a rovnost profilu)	kostra	RICHARD BOUDA	Průměr pro nalisování svazku	
rotor	STARTECH, spol. s r.o.	Povrchová koroze a mechanické poškození			Rozteč závitů	
					Rozměry drážky pro pero	Hloubka M3
štít	MESIT RONEX, spol. s r.o.	Ložiskový průměr	štít	RICHARD BOUDA	Ložiskový průměr	
		Průměr do kostry			Poloha děr pro konektor a M3	
		Poloha M3			Mechanické poškození povrchu	
		Síla štítu		STARTEC H, spol.s r.o.	Ložiskový průměr	
						Průměr pro gufero
				KAVOJ KOVOVÝ ROBA	Ložiskový průměr	
					Hloubka a poloha M3	
					Opracování (frézování, soustružení)	

4.2.2 Požadavky na řízení

Statistická přejímka jedním výběrem podle ČSN ISO 2859-1 pro kontrolu každé dávky v sérii vyžaduje registraci následujících údajů:

- číslo dávky,
- rozsah dávky N ,
- kódové písmeno rozsahu dávky,
- rozsah výběru n ,
- dané Ac
- neshodné jednotky d ,
- přijatelnost,
- počet bodů pro přechod,
- další operace

4.2.3 Volba AQL

Zvolená hodnota AQL = 1

Příslušná hodnota AQL byla zvolena na základě úrovně ppm dotčených dodavatelů a v souladu s doporučením normy převýšit tuto průměrnou úroveň, aby nedocházelo k nadměrnému zamítání dávek odběratelem.

4.2.4 Pravidla statistické přejímky

V souladu s normou ČSN ISO 2859-1 byla zvolena kontrolní úroveň II. Kódová písmena výběru uvádí tabulka 22.

Tabulka 22. Kódové písmeno rozsahu dávky

Rozsah dávky	Kódové písmeno pro obecnou kontrolní úroveň: II
2 - 8	A
9 - 15	B
16 - 25	C
26 - 50	D
51 - 90	E
91 - 150	F
151 - 280	G
281 - 500	H
501 - 1 200	J
1 201 - 3 200	K
3 201 - 10 000	L
10 001 - 35 000	M
35 001 - 150 000	N
150 001 - 500 000	P
500 001 - výše	Q

Kódové písmeno výběru je směrodatné pro určení rozsahu výběru (n) a přijímacího (Ac) a zamítacího (Re) čísla.

O přijatelnosti dávky je rozhodnuto na základě přijímacího (Ac) a zamítacího (Re) čísla. Je-li počet neshodných jednotek (d) zjištěný ve výběru nejvýše roven přijímacímu číslu (Ac), dávka musí být považována za přijatelnou (označí se písmenem A). Je-li počet neshodných jednotek zjištěný ve výběru roven zamítacímu číslu (Re) nebo ho převyšuje, dávka musí být považována za nepřijatelnou (označí se písmenem R). Stejně jako dosud bude zamítnutá dávka 100% přetříděna na náklady dodavatele. Hodnoty Ac a Re čísel stanovují přijímací plány pro $AQL = 1$ podle ČSN ISO 2859-1 (viz. tabulky 23, 24 a 25). [1]

Rizikem omylu v případě statistické přejímky je možnost zamítnutí dávky s velmi nízkým procentem neshodných kusů, nebo přijetí dávky s neúnosně vysokým procentem neshodných kusů. Jedná se o rizika dodavatele a odběratele, jejichž hodnoty jsou stanoveny pro každé kódové písmeno výběru v tabulkách 26 a 27. [5]

Tabulka 23. Přejímací plán jedním výběrem – normální kontrola

	Kódové písmeno rozsahu výběru	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
AQL	Rozsah výběru n	2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800	1250
1	Ac	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	7	10	14	21
	Re	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	6	8	11	15	22

Tabulka 24. Přejímací plán jedním výběrem – zpřísněná kontrola

	Kódové písmeno rozsahu výběru	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
AQL	Rozsah výběru n	2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800	1250	2000
1	Ac	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8	12	18	18
	Re	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	6	9	13	19	19

Tabulka 25. Přejímací plán jedním výběrem – zmírněná kontrola

	Kódové písmeno rozsahu výběru	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
AQL	Rozsah výběru n	2	2	2	3	5	8	13	20	50	32	80	125	200	315	500	800
1	Ac	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	8	10	10
	Re	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	6	7	9	11	11

Tabulka 26. Rizika dodavatele pro AQL = 1

Kódové písmeno výběru	Rozsah výběru pro normální a zpřísněnou kontrolu	Normální kontrola	Zpřísněná kontrola	Rozsah výběru pro zmírněnou kontrolu	Zmírněná kontrola
A	2	-	-	2	-
B	3	-	-	2	-
C	5	-	-	2	-
D	8	-	-	3	-
E	13	12,2	-	5	4,9
F	20	-	18,2	8	-
G	32	-	-	13	-
H	50	8,94	-	20	-
J	80	4,65	19,1	32	4,07
K	125	3,74	13,1	50	1,38
L	200	1,6	14,2	80	0,866
M	315	1,5	9,88	125	0,873
N	500	1,32	6,71	200	0,43
P	800	1,58	6,28	315	0,493
Q	1200	0,907	5,1	500	1,32
R	2000	-	-	800	-

Poznámka 1: Riziko dodavatele je pravděpodobnost nepřijetí dávek s jakostí AQL.

Poznámka 2: Riziko dodavatele je uvedeno v procentu nepřijatých dávek pro přejímací plán jedním výběrem.

Tabulka 27. Jakost odpovídající riziku odběratele pro AQL = 1

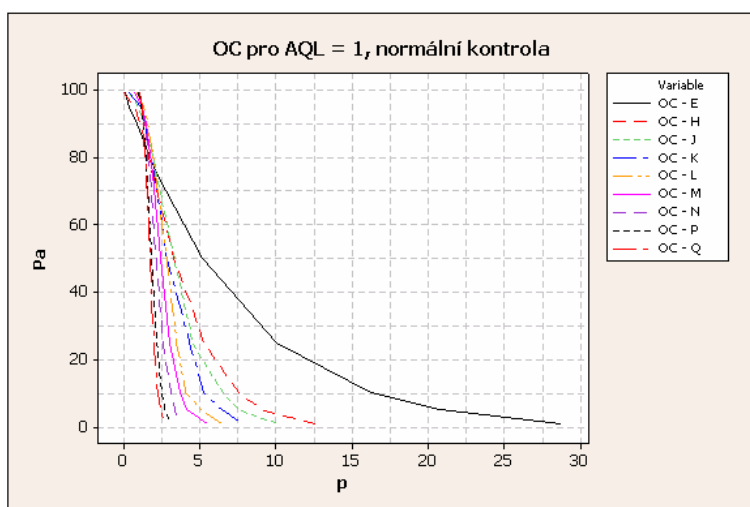
Kódové písmeno výběru	Rozsah výběru pro normální a zpřísněnou kontrolu	Normální kontrola	Zpřísněná kontrola	Rozsah výběru pro zmírněnou kontrolu	Zmírněná kontrola
A	2	-	-	2	-
B	3	-	-	2	-
C	5	-	-	2	-
D	8	-	-	3	-
E	13	16,2	-	5	36,9
F	20	-	10,9	8	-
G	32	-	-	13	-
H	50	7,56	-	20	11,8
J	80	6,52	4,78	32	11,6
K	125	5,27	4,2	50	10,3
L	200	4,59	3,31	80	8,16
M	315	3,71	2,92	125	6,29
N	500	3,06	2,59	200	5,21
P	800	2,51	2,21	315	4,09
Q	1250	2,25	1,98	500	3,06
R	2000	-	-	800	-

Poznámka 1: Riziko odběratele je uvedeno v procentu neshodných pro přejímací plány jedním výběrem pro kontrolu zaměřenou na procento neshodných.

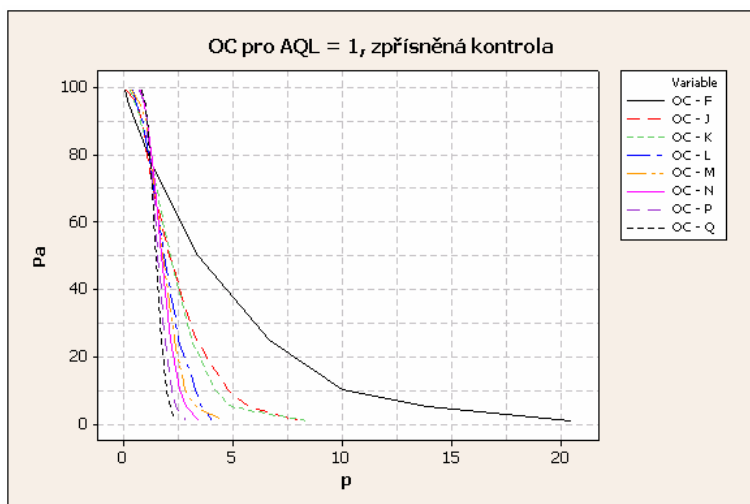
Poznámka 2: Při jakosti odpovídající riziku odběratele se očekává, že bude přijato 10 % dávek. [1]

Účinnost statistické přejímky vyjadřuje operativní charakteristika (dále jen OC), která pro daný přejímací plán udává pravděpodobnost přijetí dávky. Na osu x se vynáší procento neshodných v dávce a na osu y pravděpodobnost přijetí dávky s danou jakostí, případně očekávané procento přijatých dávek (tj. stonásobek pravděpodobnosti přijetí dávky).

Graf 9. OC pro normální kontrolu



Graf 10. OC pro zpřísněnou kontrolu



Pa očekávané procento přijatých dávek

p jakost předloženého výrobku v procentu neshodných.

Podle počtu přijatých a zamítnutých dávek může být dodavatelem normální kontrola nahrazena kontrolou zmírněnou či zpřísněnou. Rozdíl mezi normální a zmírněnou kontrolou spočívá ve snížení velikosti výběru n , rozdíl mezi normální a zpřísněnou kontrolou pak v různých Ac a Re , při zachování stejného n .

4.2.3 Přejímací pravidla

Normální kontrola → zpřísněná kontrola

2 z 5 (nebo z méně než 5) po sobě jdoucích dávek byly nepřijatelné při původní kontrole (to znamená, že při tomto postupu se neberou v úvahu znovu předložené dávky nebo výrobní dávky)

Zpřísněná kontrola → normální kontrola

5 po sobě jdoucích dávek bylo uznáno za přijatelné při původní kontrole.

Normální kontrola → zmírněná kontrola

Přechod je možný po splnění všech následujících podmínek:

- a) výroba je stabilizována,
- b) zodpovědný orgán považuje zmírněnou kontrolu za žádoucí.

Zmírněná kontrola → normální kontrola

Přechod je nutný, nastane-li jakákoli z následujících situací:

- a) dávka není přijata,
- b) výroba se stává nepravdělnou nebo se zpožďuje,
- c) objevují se jiné varovné skutečnosti, vyžadující návrat k normální kontrole.

Přerušení kontroly

Jestliže kumulovaný počet dávek, které nebyly přijaty v posloupnosti po sobě jdoucích dávek prověřovaných při původní zpřísněné kontrole dosáhne počtu 5, musí být přejímací postup přerušen, dokud dodavatel nepřijme opatření ke zlepšení jakosti předkládaných výrobků a zodpovědný orgán neodsouhlasí, že tato opatření mají očekávanou účinnost. Potom musí být použita zpřísněná kontrola, jako by nastaly podmínky vyžadující přechod z normální kontroly na zpřísněnou. Další operace spočívá v rozhodnutí, zda se bude pokračovat v původní kontrole nebo byly splněny podmínky pro přechod na jinou úroveň (přísnosti) kontroly. [1]

4.3 Kontrolní plán 3: Dočasná kontrola

Třetí návrh vstupní kontroly je použitelný v případě, kdy se vedení společnosti rozhodne pro kontrolu na principu statistické přejímky, ale až od okamžiku, kdy podmínky pro její zavedení

budou splňovat všichni dodavatelé. Jedná se o zachování současného principu vstupní kontroly, kdy dojde pouze k obměně kontrolovaných dílů a parametrů, podle výsledků analýzy stavu kvality jednotlivých dodavatelů. Jde tedy o aplikačně nejjednodušší metodu, která obnáší v podstatě jen tisk nového kontrolního plánu (viz tabulky 7, 8 a 9). I zde je možné z kontrolního plánu vyřadit některé dodavatele už na základě výsledků Chi-square testu.

4.4 Velikost výběru ke kontrole

Současné kontrolní plány jsou založeny na principu dvojího výběru, s konstantní velikostí výběru jednotlivých dílů, nejčastěji 10 % nebo 15 %, u strategických dílů pak 100 %. Vzhledem k používanému systému vstupní kontroly, který zůstal pro větší či menší skupinu dílů zachován, byla pro výpočet velikosti výběru použita norma ČSN ISO 2859-1 – přejímací plán dvojitým výběrem pro normální kontrolu.

Protože se objemy dávek jednotlivých dílů pohybují v širokém rozmezí hodnot, bylo nutné definovat velikost objednávky pro každou modifikaci. Podle přejímacího plánu dvojitým výběrem bylo na základě této hodnoty určeno kódové písmeno, a následně i velikost výběru. Přepočtem velikosti výběru každé modifikace na procenta, a poté výpočtem průměrné hodnoty z těchto procent, byla stanovena jednotná velikost výběru pro každý díl.

Ukázka výpočtu je uvedena v tabulce 28.

Poznámka: Výpočty ke všem dodavatelům jsou v příloze 4.

Tabulka 28. Výpočet velikosti výběru

Modifikace	Velikost objednávky [ks]	Kódové písmeno	Kontrolované množství [ks]	Kontrolované množství [%]
1	260	G	20	8
2	10	B	2	20
3	30	D	5	17
4	25	C	3	12
5	20	C	3	15
6	60	E	8	13
7	50	E	8	16
8	460	H	32	7
9	150	F	13	9
10	100	F	13	13

Pro jednotlivé díly a jejich dodavatele je potom podíl výběru z dávky následující:

Tabulka 29. Velikost výběru kontrolovaných dávek

Dodavatel	DM FLEN	ALACO, s.r.o.	DM FLEN	KAVOJ KOVOVÝROBA	RICHARD BOUDA	STARTECH
Díl	rotor	štít	štít	štít	štít	štít
Rozsah výběru (%)	12	12	12	13	14	14

Tabulka 30. Velikost výběru nestabilizovaných dávek

Dodavatel	RICHARD BOUDA	RICHARD BOUDA	EMP	KIENLE & SPIESS GmbH	DM FLEN
Díl	domek	kostra	stator	statorový paket	statorový paket
Rozsah výběru (%)	14	15	12	10	10

Protože si jsou hodnoty dost blízké, byla navržena průměrná velikosti výběru pro všechny dávky 13 %.

Poznámka: Test odlehlosti hodnot Boxplot (MNITAB), existenci odlehlé hodnoty nepotvrdil.

ZÁVĚR

Protože má kvalita dodávaného materiálu zásadní vliv na kvalitu finálního produktu, ovlivňuje přímo či nepřímo veškeré oblasti společnosti a vyžaduje proto pečlivé monitorování a vyhodnocování za účelem maximální účinnosti kontrolních opatření. Současný systém vstupní kontroly je založen na kontrole dvojím výběrem, kdy je v závislosti na velikosti dávky, podle příslušného kontrolního plánu, nejdříve stanoven rozsah prvního výběru ke kontrole a podle výsledku kontroly je dávka přijata nebo je proveden druhý výběr, ke kterému se přistupuje v případě, že kontrolor nalezne, už nezávisle na velikosti dávky, alespoň jeden neshodný kus. Druhý výběr je stejného rozsahu jako první, a je-li i v něm objevena alespoň jedna neshodná jednotka, je dávka zamítnuta a 100% přetříděna. Revize tohoto systému kontroly byla zaměřena na zhodnocení stavu reklamací, a to pro potřeby aktualizace kontrolovaných parametrů a pak také na hodnocení úrovně kvality dávek jednotlivých dodavatelů, protože tato má zásadní vliv na strukturu vstupní kontroly. Požadované informace byly získány statistickou analýzou údajů z reklamační databáze společnosti. Výsledkem je ucelený přehled o úrovni dodávaného materiálu jak po stránce kvantitativní, tak i profilové. První krok zefektivňování vstupní kontroly spočíval v revizi kontrolovaných parametrů. Grafickým vyhodnocením neshodných parametrů a jejich množství byly pro každý reklamovaný díl stanoveny nejčastěji se vyskytující neshody a také schémata, ve kterých se tyto neshody opakují. Srovnáním obou těchto charakteristik, byly aktualizovány současné kontrolované parametry. Druhým krokem procesu zefektivňování byl návrh tří koncepcí vstupní kontroly, jejichž cílem je postupná redukce vstupní kontroly až do jejího úplného zrušení. Koncept první, omezené, kontroly vychází přímo ze záměru zrušení vstupní kontroly pro veškerý dodávaný materiál, a analýza dat je proto zaměřena převážně na kvantitativní skladbu jednotlivých reklamací, k čemuž byly využity parametry ppm a kvantily. Výsledky odhalily malou skupinu dodavatelů, jejichž úroveň dávek nedosahuje požadované kvality, a vyžaduje proto zachování kontroly. Druhý koncept vstupní kontroly je založen na principu statistické přejímky, výhodné předem známými hodnotami rizik, účinnosti a malými rozsahy výběru ke kontrole. Podmínkou zavedení statistické přejímky je stabilizovaná výroba, která byla pro každého dodavatele hodnocena použitím Pre-control diagramu. Respektive se jednalo o hodnocení stability dávek, která je pro potřeby zadání postačující. I zde byla zjištěna skupina dodavatelů, jejichž dávky požadované úrovně stability nedosahují, a tudíž v jejich případě kontrola statistickou přejímkou nezaručuje dodržení stanovených rizik dodavatele a odběratele. Podíl těchto dodavatelů je menšinový, přesto se v případě použití tohoto konceptu sníží celková účinnost statistických přejímacích plánů, čímž de facto ztrácí svůj význam. Z tohoto důvodu byl mezi návrhy zařazen třetí koncept, založený na současném principu kontroly a použitelný právě do okamžiku, než dávky všech dodavatelů dosáhnou požadované stability. Po té bude možné bez problémů přejít na kontrolu statistickou

přejímkou. Všechny uvedené koncepty jsou v podstatě vykročením určitým směrem, a dosažení stanoveného cíle spočívá v úzké spolupráci společnosti se svými dodavateli na řešení vzniklých potíží a na předcházení nových,. Rychlost dosažení tohoto cíle je přímo úměrná intenzitě spolupráce. První i třetí koncept kontroly uvažuje z větší či menší míry zachování současného principu vstupní kontroly, proto byla zrevidována také velikost výběru ke kontrole. V současnosti se kontroluje 10 % nebo 15 % z dávky, u problematických dílů pak 100 % dávky. Vzhledem k používanému principu vstupní kontroly, byla nová hodnota velikosti výběru stanovena postupem odvozeným od statistické přejímky dvojím výběrem. Jednotlivým modifikacím dotčených dílů bylo nejdříve přiřazeno kódové písmeno výběru, podle kterého se následně stanovily rozsahy výběrů ke kontrole. Tyto byl přepočteny na procenta, a z nich pak byla v rámci každého dílu vypočtena průměrná hodnota výběru. Protože si tyto průměrné hodnoty jednotlivých dílů byly velmi blízké, byl nakonec stanoven jednotný rozsah výběru pro všechny kontrolované díly. K využití všech možností, které statistická analýza v oblasti řízení kvality dávek poskytuje, byli, v rámci jednotlivých montážních linek, dodavatelé totožného dílu podrobeni χ^2 -testu. Jedná se o statistický nástroj odhalující rozdíly v úrovních kvality dávek testovaných dodavatelů, a také míru významnosti těchto rozdílů. Výsledky testu jsou určeny pro nákupčího, který jejich správným využitím může účinně snížit množství neshodných jednotek v dávce.

Na konec je nutné připomenout, že obsah práce je úzce zaměřen pouze na kvalitu dávek, která je směrodatná pro formu vstupní kontroly, a výsledky jsou proto určeny v první řadě pro účely její restrukturalizace. Z uváděných výsledků není možné vyvozovat závěry o celkové úrovni dodavatele, případně o způsobilosti jeho výrobního procesu a to právě s ohledem na absenci dalších významných charakteristik, nutných k takovému hodnocení, kterými například termín dodání nebo aplikace účinných opatření.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- *Firemní dokumentace*
- FOX, M.J., et al. *Principy a techniky managementu jakosti : Modul 416 c1 - prostředky a nástroje řízení a zlepšování jakosti*. Překlad Petr Holec. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2001. 132 s. ISBN 80-214-1930-X.
- MAROŠ, Bohumil. *Statistické testování hypotéz*. [s.l.] : [s.n.], [200-?]. Chí-kvadrát, s. 25-41.
- *MINITAB Release 14 : Průvodce uživatele*. 1. vyd. Brno : SC&C Partners, [199-?]. 63 s.
- ČSN ISO 2859-1 *Statistické přejímky srovnáváním - Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii*. 2. vyd. Praha : Český normalizační institut, 2000. 90 s., A.
- ČSN EN ISO 9001 : *Systémy managementu jakosti - Požadavky*. 2. přeprac. vyd. Praha : Český normalizační institut, 2001. 53 s., A, B, ZA.
- *VDA 2 Management jakosti v automobilovém průmyslu : Zabezpečování jakosti dodávek: výběr dodavatelů, dohoda o zabezpečování jakosti, uvolnění výrobního procesu*
- *a výrobků, dosahování jakosti v sérii*. 3. přeprac. vyd. Praha : Česká společnost pro jakost, 1998. 76 s. ISBN 80-02-01273-9.
- *VDA 2 Management jakosti v automobilovém průmyslu : Zabezpečování jakosti dodávek: výběr dodavatelů: ověřování vzorky, jakost v sériové výrobě*. 2. přeprac. vyd. Praha : Česká společnost pro jakost, 1995. 49 s. ISBN 80-02-01063-9.
- DANAHER. *Danaher Motion : Helping you build a better machine, faster* [online]. c2000-2008 [cit. 2008-11-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.danahermotion.com>>.
- *Danaher Motion Brno* [online]. [2008] [cit. 2008-11-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.danaher.erecruit.cz/index.php?sid=2&id=1>>.

- HORÁLEK, Vratislav. *Jednoduché nástroje řízení jakosti I : Výstup z projektu podpory jakosti č. 5/16/2004*. 1. vyd. Praha : Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. 84 s. Dostupný z WWW: <<http://www.businessinfo.cz>>. ISBN 80-02-01689-0.
- Statistické přejímky srovnáváním a měřením : (řada ČSN ISO 2859 a ČSN ISO 3951) [online]. [2005] [cit. 2009-01-31]. Dostupný z WWW: <http://u12134.fsid.cvut.cz/podklady/RJ/stat_prejimka_zaklad_2.pps>.
- STEINER, Stefan H. *Pre-control and Some Simple Alternatives*. 1st edition. Waterloo (Canada) : University of Waterloo, Dept. of Statistics and Acturial Science, [200-?]. 21 s. Dostupný z WWW: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>>.
- URDHWARESHE, Hemant. The power of PRE-Controls. *Symphony productivity journal* [online]. 2002, no. Jan [cit. 2008-12-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.world-class-quality.com>>.
- VANĚK, Pavel. *Metody statistické přejímky srovnáváním*. 1. vyd. Pardubice : Pavel Vaněk, 2008. 52 s. Dostupný z WWW: <<http://www.scov.cz>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AQL	acceptable quality limit (přijatelná mez kvality)
H_A	alternativní hypotéza
H_0	nulová hypotéza
ISO	International organization for standardization (mezinárodní organizace pro normy)
LTL	lower tolerance limit, (dolní toleranční mez)
LPCL	lower PRE-Control limit, (dolní PRE-Control limit)
Max.	nejvyšší dosažený počet neshodných kusů v dávce
Med.	medián
OC	operativní charakteristika
PPM	parts per million (počet kusů z miliónu)
SPC	statistical process control (statistické řízení procesů)
TQM	total quality management (komplexní řízení kvality, řízení zaměřené na kvalitu)
UPCL	upper PRE-Control limit, (horní PRE-Control limit)
UTL	upper tolerance limit, (horní toleranční mez)

PŘEHLED POUŽÍVANÝCH VELIČIN

A	[-]	označení přijaté dávky
Ac	[ks]	přejímací číslo
d	[ks]	množství neshodných jednotek
N	[ks]	rozsah dávky
n	[ks]	rozsah výběru
p	[%]	jakost předloženého výrobku v procentu neshodných
Pa	[%]	očekávané procento přijatých dávek
p_v	[-]	p-value, (p-hodnota)
Q_3	[-]	3. kvartil
R	[-]	označení zamítnuté dávky
Re	[-]	zamítací číslo
x	[-]	vodorovná osa kartézského souřadného systému
y	[-]	svislá osa kartézského souřadného systému
χ^2	[-]	rozdíl mezi pozorovanými a teoretickými četnostmi

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 SOUBORY ZÁKLADNÍCH GRAFŮ

PŘÍLOHA 2 PRE-CONTROL DIAGRAMY

PŘÍLOHA 3 VÝSTUP χ^2 TESTU

PŘÍLOHA 4 VÝLIKOST VÝBĚRU